

2EL1760 - Calcul scientifique

Responsables : **Hachmi BEN DHIA**

Département de rattachement : **DÉPARTEMENT MATHÉMATIQUES**

Langues d'enseignement : **FRANCAIS**

Type de cours : **Electif 2A**

Campus où le cours est proposé : **CAMPUS DE PARIS - SACLAY**

Nombre d'heures d'études élèves (HEE) : **60**

Nombre d'heures présentielles d'enseignement (HPE) : **30**

Année académique : **2024-2025**

Catégorie d'électif : **Sciences fondamentales**

Niveau avancé : **oui**

Présentation, objectifs généraux du cours :

Ce cours est une brique rigoureuse et appliquée, à la fois, contribuant à la conception des systèmes mécaniques complexes et énergétiquement soutenables, via la modélisation, l'analyse mathématique, l'approximation et la simulation numérique contrôlée de problèmes d'ingénieur en mécanique des solides et des fluides, à la fois. Cela couvre des secteurs tels l'énergie, le transport, le Génie Civil ou l'aérospatial, etc.

L'objectif pédagogique est que les élèves suivant ce cours acquièrent une bonne compréhension de cette chaîne intégrant la modélisation, l'analyse mathématique et la simulation numérique performante pour l'aide à la conception des systèmes complexes et soutenables, et ce à travers des problèmes simplifiés, mais pertinents, de la mécanique des solides et des fluides.

Période(s) du cours (n° de séquence ou hors séquence) :

SG8

Prérequis :

Notions de base de la Mécanique des Milieux Continus - Notions de base de calculs intégral et différentiel - Notions de base sur les espaces de Hilbert (Sobolev classiques, en particulier) - Notions premières d'approximations numériques appropriées en espace et en temps pour un solide et pour un fluide - Quelques éléments de programmation. En bref, un niveau de base de première année CS, en Mathématique et en Mécanique ou un niveau de base de M1 de Mathématiques Appliquées à la Mécanique.

Plan détaillé du cours (contenu) :

Le cours comporte deux parties successives : 5,5x3h, Partie Fluides dont (4,5x3h données par l'enseignante et 3h sur le temps libéré pour les élèves) et 5x3h Partie Solides + 1,5h sur temps libéré

pour les élèves.

1. Simulation des écoulements de fluides compressibles :

- Modèles d'écoulements, solutions discontinues, entropie, solveurs basiques, extensions.
- Mise en oeuvre en TP.

2. Modélisation, analyse et simulation en mécanique du solide :

- Rappels des équations de l'élasticité linéaire: Equations fortes et faibles
- Analyse mathématique du problème primal. Méthode des éléments finis vectoriels. Estimation d'erreur a priori.
- Mise en oeuvre numérique de la MEF (TP d'assemblage EF) temps libéré pour les élèves
- Approximation d'un problème d'élasticité singulier (lecture de documents en temps libéré).

Déroulement, organisation du cours :

Cours-TD (individuels et Collaboratifs)-TP, Projet + du travail (dans des temps libérés) pour mieux comprendre et avancer des points de cours

Organisation de l'évaluation :

Examens Ecrits, Oraux, TP, projets Evaluation (première session) : Examen écrit et TP/projet Note E : Contrôle écrit de 2 h dont 1h00 pour la mécanique des solides et 1h00 pour la mécanique des fluides, avec tous les documents papiers autorisés Note P : TP et projet Note finale= $(2 * E + P) / 3$ Evaluation (session de rattrapage) : oral ou écrit (selon de nombre d'élèves à rattraper)

Moyens :

Hachmi Ben Dhia (Professeur des Universités, CentraleSupélec), Laboratoire MSSMat et Fédération de Math CS, (Partie Solides & Responsable du cours)

Frédérique Laurent-Nègre (Chercheur CNRS), Laboratoire EM2C et Fédération de Math CS, (Partie Fluides du cours)

(TP, Projets)

Salles informatiques

Acquis d'apprentissage visés dans le cours :

Méthodes et outils mathématiques de base pour l'analyse de problèmes continus de Mécanique des solides et des fluides

Méthodes numériques variées pour l'approximation des problèmes continus (Différences Finies, Volumes Finis et Eléments Finis)

Estimation des erreurs entre solution continue et approchées et contrôle mathématique de la convergence

- Analyse de problèmes régis par des Equations aux Dérivées Partielles (EDPs)
- Pratique de la simulation numérique, en lien avec la nature et les propriétés mathématiques de ces EDPs

- Initiation au problème du choix des méthodes numériques adaptées

Description des compétences acquises à l'issue du cours :

Analysis of engineering problems governed by Partial Differential Equations (PDEs) - Acquire some ideas for managing complexity
Practice of numerical simulation, taking into account the mathematical properties of these PDEs
Initiation to the best fit choice of the numerical methods
Become aware of the interest of researching performance for Engineering solving engineering problems to minimize the energy impact
Integrate the interests of collaborative work

Bibliographie :

- Polycopié EDP de Première année, Polycopiés pour la partie fluides et la partie solide du cours (et références mentionnées dans ces polycopiés)
- Matlab, Scilab, Python...